

(19) JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 08010977 A

(43) Date of publication of application: 16.01.96

(51) Int. Cl. B23K 26/04  
B23K 26/08

(21) Application number: 06147764

(22) Date of filing: 29.06.94

(71) Applicant: SUMITOMO HEAVY IND LTD

(72) Inventor: TOMITA YOSHIYUKI  
SEKINE HIDETAKA  
MAKINO KENICHI

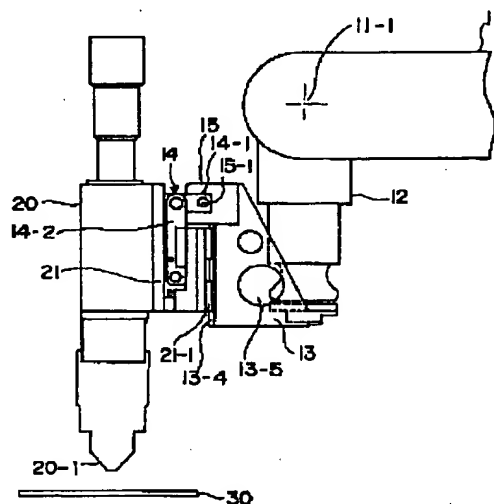
(54) AUTO FOCUSING DEVICE IN LASER BEAM MACHINE

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide a auto-focusing device which enables fine correction of the positional error in the direction of an optical axis that has effect on the focal position of a laser beam.

CONSTITUTION: A robot wrist 12 is attached with a base member 13 that is provided with a shape enclosing the wrist at least from three directions, and the base member is connected vertically movably to an outgoing optical system 20 through a link driving mechanism 14. The link driving mechanism 14 contains a controller which performs fine adjustment of a position in the vertical direction of the outgoing optical system by means of the detection signal of a height sensor provided in the tip end of the outgoing optical system. Thus, the load on the robot is reduced.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 1 0 9 7 7

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 1 月 1 6 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

B23K 26/04

26/08

識別記号

C

H

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平 6 - 1 4 7 7 6 4

(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 6 月 2 9 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 2 1 0 7

住友重機械工業株式会社

東京都品川区北品川五丁目 9 番 1 1 号

(72) 発明者 富田 良幸

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘 6 3 番 3 0 号 住

友重機械工業株式会社総合技術研究所内

(72) 発明者 関根 英隆

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘 6 3 番 3 0 号 住

友重機械工業株式会社総合技術研究所内

(72) 発明者 牧野 健一

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘 6 3 番 3 0 号 住

友重機械工業株式会社総合技術研究所内

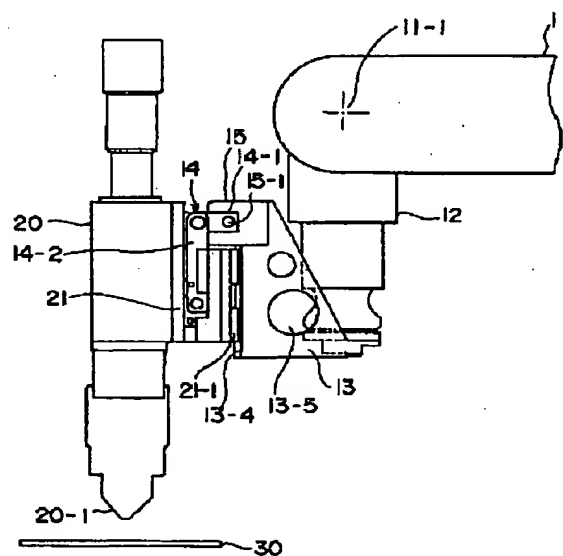
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 レーザ加工機におけるオートフォーカス装置

(57) 【要約】

【目的】 レーザ光の焦点位置に影響する光軸方向の位置誤差を微細に補正することのできるオートフォーカス装置を提供すること。

【構成】 ロボット手首部 1 2 にその少なくとも三方から囲む形状を有するベース部材 1 3 を取り付けると共に、該ベース部材にリンク駆動機構 1 4 を介して出射光学系 2 0 を上下方向に変位可能に連結する。前記リンク駆動機構は、前記出射光学系の先端に設けられたハイトセンサの検出信号により前記出射光学系の上下方向位置を微調整するコントローラを含む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多関節ロボットアームの先端におけるロボット手首部に取り付けられた出射光学系を、座標駆動機構によりあらかじめ定められた軌跡に追従するように位置制御する制御装置を備えたレーザ加工機において、前記ロボット手首部にその少なくとも三方から囲む形状を有するベース部材を取り付けると共に、該ベース部材にリンク駆動機構を介して前記出射光学系を上下方向に変位可能に連結し、前記リンク駆動機構は、前記出射光学系の先端に設けられたハイトセンサの検出信号により前記出射光学系の上下方向位置を微調整するコントローラを含むことを特徴とするレーザ加工機におけるオートフォーカス装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載のオートフォーカス装置において、前記リンク駆動機構は、駆動源として前記ロボット手首部の関節点に近い前記ベース部材の上部に設けられたモータを備え、前記コントローラは、ハイト設定信号と前記検出信号との間の差信号にもとづいて前記モータの速度制御を行う速度制御ループを備えていることを特徴とするオートフォーカス装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載のオートフォーカス装置において、前記コントローラは、前記モータの回転量を検出して得られる出射光学系の上下方向の位置信号を前記制御装置に伝送し、該制御装置は前記位置信号に基づいて前記出射光学系の上下方向位置を粗調整することを特徴とするオートフォーカス装置。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のオートフォーカス装置において、前記出射光学系はこれに一体的に取り付けられたステージ部材を有し、該ステージ部材は前記リンク駆動機構の駆動軸に連結されていると共に、該ステージ部材に対向している前記ベース部材の一面に設けられたスライド案内部材に上下方向にスライド可能に組み合わされていることを特徴とするオートフォーカス装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】 本発明は多関節ロボットを用いてレーザの出射光学系を 3 次元空間内で軌跡制御することによりレーザ加工を行うレーザ加工機に関し、特に、出射光学系の光軸方向の位置を微調整可能としてオートフォーカス機能を向上させるためのオートフォーカス装置の改良に関する。

## 【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 この種のレーザ加工機として、市販の多関節ロボットの先端にあるロボット手首部にレーザの出射光学系を取り付け、出射光学系には光ファイバを通して YAG レーザ等のレーザ光を導入することにより、出射光学系を軌跡追従制御して 3 次元加工を可能としたものが提供されている。

【 0 0 0 3 】 一例を、図 5 を参照して簡単に説明する。

図 5 において、基台 5 0 上に回転台 5 1 が水平状態で回転可能に設けられている。回転台 5 1 には上方に延びる第 1 のアーム 5 1 - 1 が設けられ、その上部には第 2 のアーム 5 2 が水平軸 5 1 - 2 (第 1 の関節) を中心に回転可能に設けられている。第 2 のアーム 5 2 の上部にはまた、第 3 のアーム 5 3 が軸 5 2 - 1 (第 2 の関節) を中心に回転可能に設けられている。更に、第 3 のアーム 5 3 の先端にはロボット手首部 5 4 が A で示す一点鎖線を中心に回転可能に取り付けられている。ロボット手首部 5 4 には、軸 5 5 - 1 を中心に回転可能なアーム 5 5 を介して出射光学系 5 6 が取り付けられている。

【 0 0 0 4 】 出射光学系 5 6 には、光ファイバ 5 7 を通してレーザ光が導入され、ワーク 5 8 の表面に焦点を結ぶようにレーザ光が照射される。光ファイバ 5 7 は、出射光学系 5 6 の 3 軸方向の位置変位を妨げないように、コイルバネ 5 9 - 1, 5 9 - 2 で支持したり、吊下部 5 9 - 3 により吊り下げている。

【 0 0 0 5 】 回転台 5 1、第 1 のアーム 5 1 - 1、第 2 のアーム 5 2、第 3 のアーム 5 3、ロボット手首部 5 4、アーム 5 5 はそれぞれ、個別の駆動機構で駆動され、各駆動機構をロボット制御装置 6 0 で制御することにより、出射光学系 5 6 の 3 軸方向位置制御が行われる。なお、図示していないが、出射光学系 5 6 の先端には、そのノズル先端とワーク 5 8 との間の距離をハイト (高さ) として検出するためのハイトセンサが設けられており、このハイトセンサによる検出信号はロボット制御装置 6 0 にフィードバックされる。

【 0 0 0 6 】 この種のレーザ加工機は、出射光学系自体は高い加工速度及び加工精度を有しているものの、多関節ロボットの軌跡追従精度に制約があるため、出射光学系の全能力を発揮することができないという問題点がある。

【 0 0 0 7 】 このような問題点を考慮した例としては、ロボット手首部に出射光学系をその光軸方向に変位可能に設けたものが知られている。簡単に説明すると、ロボット手首部に光軸方向に位置制御可能な 1 軸の駆動制御機構を介して出射光学系を取り付け、この駆動制御機構を、出射光学系の先端に設けたハイトセンサからの検出信号によって動作させるようにしている。

【 0 0 0 8 】 更に言えば、駆動制御機構は、出射光学系の位置変位を、ボールネジ機構により実現した第 1 の例と、リンク駆動機構により実現した第 2 の例とが提供されている。

## 【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】 上記第 1 の例は、モータの回転運動をボールネジにより直線運動に変換するものであるが、機構部の寸法が大型化するという問題点がある。これは、多関節ロボットに要求される可搬重量が増加することを意味し、装置全体が大型化する。加えて、適切な減速比をとりにくいという問題点もある。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】 上記第 2 の例は、出射光学系を光軸方向に変位させる運動変換機構にリンクを用いている。ところが、ロボット手首部に取り付けた際に、重心がロボット手首部の旋回中心（関節）から遠くなってしまい、ロボット可搬重量の制限を受けるという問題点を解消できない。これは、ロボット手首部と出射光学系との間を連結している連結部材の長さが、光軸方向に直角な方向に長くならざるを得ないという点に起因している。

【 0 0 1 1 】 上記のような問題点に鑑み、本発明の主たる課題は、レーザ加工において加工品質を左右する重要なファクタの一つであるレーザ光の焦点位置に影響する光軸方向の位置誤差を微細に補正することのできるオートフォーカス装置を提供することにある。

【 0 0 1 2 】 本発明の他の課題は、上記装置の小型化、軽量化を図ることにある。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】 本発明によれば、多関節ロボットアームの先端におけるロボット手首部に取り付けられた出射光学系を、座標駆動機構によりあらかじめ定められた軌跡に追従するように位置制御する制御装置を備えたレーザ加工機において、前記ロボット手首部にその少なくとも三方から囲む形状を有するベース部材を取り付けると共に、該ベース部材にリンク駆動機構を介して前記出射光学系を上下方向に変位可能に連結し、前記リンク駆動機構は、前記出射光学系の先端に設けられたハイトセンサの検出信号により前記出射光学系の上下方向位置を微調整するコントローラを含むことを特徴とするレーザ加工機におけるオートフォーカス装置が得られる。

【 0 0 1 4 】 なお、前記リンク駆動機構は、駆動源として前記ロボット手首部の関節点に近い前記ベース部材の上部に設けられたモータを備え、前記コントローラは、ハイト設定信号と前記検出信号との間の差信号にもとづいて前記モータの速度制御を行う速度制御ループを備えている。

【 0 0 1 5 】 本発明によればまた、前記コントローラが、前記モータの回転量を検出して得られる出射光学系の上下方向の位置信号を前記制御装置に伝送し、該制御装置は前記位置信号に基づいて前記出射光学系の上下方向位置を粗調整することを特徴とするオートフォーカス装置が得られる。

【 0 0 1 6 】 更に、前記出射光学系はこれに一体的に取り付けられたステージ部材を有し、該ステージ部材は前記リンク駆動機構の駆動軸に連結されていると共に、該ステージ部材に対向している前記ベース部材の一面に設けられたスライド案内部材に上下方向にスライド可能に組み合わされていることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

【実施例】 図 1 を参照して本発明の実施例を説明する。図 1 は、多関節ロボットの最終アーム 1 1 の一部と、そ

れより先の構成を示しており、多関節ロボット自体は周知の市販のものが使用可能である。最終アーム 1 1 の先端には、ロボット手首部 1 2 が軸 1 1 - 1 を中心に回転可能に垂設されている。このロボット手首部 1 2 はまた、そこに内蔵された回転駆動機構（図示せず）によりその中心軸を中心に回転可能に構成されている。

【 0 0 1 8 】 ロボット手首部 1 2 の下部には、これを少なくとも三方から囲むようなベース部材 1 3 が取り付けられる。すなわち、ベース部材 1 3 の最下部における横断面図である図 2 に示されるように、ベース部材 1 3 は、ロボット手首部 1 2 への取り付けのための底壁 1 3 - 1 と、後述する出射光学系 2 0 に対向する側壁 1 3 - 2 と、この側壁 1 3 - 2 の両側の側壁 1 3 - 3 とを有している。なお、側壁 1 3 - 2 の外面には、スライド案内用の 2 条のガイド部材 1 3 - 4 が設けられるが、これも後述する。また、側壁 1 3 - 3 には、軽量化のために、ベース部材 1 3 の機械的強度を大きく劣化させない範囲で、1 個以上の穴（図 1 には 1 3 - 5 で例示している）を設けるようにしても良い。

【 0 0 1 9 】 ベース部材 1 3 の上部には、サーボモータ 1 5 によるリンク駆動機構 1 4 が設けられている。サーボモータ 1 5 の回転軸 1 5 - 1 に短アーム 1 4 - 1 の一端を固定し、短アーム 1 4 - 1 の他端には上下方向に延びるレバー 1 4 - 2 を回転自在に軸支することによりリンク駆動機構を構成している。レバー 1 4 - 2 の下端には、出射光学系 2 0 の一部と一体化されたステージ部材 2 1 の一部が取り付けられている。ステージ部材 2 1 は、ベース部材 1 3 の側壁 1 3 - 2 に対向する部材を有し、この対向部材には前述したガイド部材 1 3 - 4 の嵌合可能な被ガイド部 2 1 - 1 が設けられている。

【 0 0 2 0 】 上述のように、ベース部材 1 3 の形状を、ロボット手首部 1 2 を包み込むようにしたことにより、リンク駆動機構 1 4、出射光学系 2 0 をロボット手首部 1 2 の旋回中心（図 1 の 1 1 - 1 で示す関節位置）から極力近い位置に配置することができる。特に、比較的重量の大きいサーボモータ 1 5 を上記旋回中心により近い位置に配置したことにより、ロボット手首部 1 2 によって変位する部分の重心を上記旋回中心により近づけることができ、ロボット可搬重量の制限値を大きくすることができる。

【 0 0 2 1 】 なお、サーボモータ 1 5 の回転量はその回転軸 1 5 - 1 に取り付けられたエンコーダ 1 5 - 2（図 4 参照）により検出される。この回転量とステージ部材 2 1 の移動量との比は、リンク駆動機構 1 4 の短アーム 1 4 - 1 の長さで決まり、この比は目的とするステージ部材 2 1 の運動に必要な十分な容量のサーボモータ 1 5 を選定した後、要求される最大速度から決定される。

【 0 0 2 2 】 このような連結構造により、出射光学系 2 0 は、リンク駆動機構 1 4 に含まれる後述のハイトコントローラにより光軸方向の位置の微調整が可能となる。

【0023】出射光学系20には、その上部において光ファイバ（図示せず）からレーザ光が導入され、導入されたレーザ光は図1中上下方向に延びる光軸に沿ってノズル部20-1からワーク30に射出される。なお、出射光学系20内には、レーザ光を所定の焦点位置に集光させるための光学系等が内蔵される他、ノズル部20-1にはワーク30との距離（ハイト）を検出するためのハイトセンサが設けられるが、これらの構成は周知であるので図示説明は省略する。

【0024】図3は上述したリンク駆動機構14のフィードバック制御系を示し、ハイトセンサによるハイト検出信号はセンサアンプ31を通してハイトコントローラ32に入力される。

【0025】図4はハイトコントローラ32の構成を示し、第1の減算器32-1はハイト設定値とハイト検出信号によるハイト検出値との偏差を検出してアンプ32-2に出力する。一方、サーボモータ15の回転量はエンコーダ15-2によりステージ位置信号として検出され、このステージ位置信号は周波数-電圧変換器32-3で電圧信号に変換される。アンプ32-2からのハイト偏差増幅信号と周波数-電圧変換器32-3からのステージ速度を示す信号とは第2の減算器32-4で減算され、速度制御器32-5、電流アンプ32-6を通してサーボモータ15の駆動信号として供給される。図4から明らかなように、エンコーダ15-2、周波数-電圧変換器32-3、第2の減算器32-4、速度制御器32-5、電流アンプ32-6により、サーボモータ15の速度制御ループが構成される。また、この速度制御ループの外側に、ハイトセンサを用いたハイト制御ループが構成されている。

【0026】例えば、ハイト検出値とハイト設定値との間に偏差が生ずると、偏差に比例した信号が速度指令信号として速度制御ループに与えられることにより、サーボモータ15はこの偏差を小さくする方向に回転する。この回転運動はリンク駆動機構14を介してステージ部材21に伝達され、出射光学系20は偏差を小さくする方向に変位する。

【0027】更に、リンク駆動機構14では、そのストロークを長くとれない分を補償する目的で、ベース部材13とステージ部材21、すなわち出射光学系20との相対位置をステージ位置信号として検出し、光軸方向の運動中心からの位置ずれ量に比例した値を相対変位量として外部、すなわち図1に示すようなロボット制御装置60に出力できる構成としている。

【0028】ロボット制御装置60では、ステージ部材21の相対変位量に応じて座標駆動機構61を制御する。その結果、ロボット手首部12はステージ部材21の相対変位量を小さくする方向へゆっくりと移動する。

【0029】このように、出射光学系20の光軸方向における位置ずれ量に比例した値をロボット制御装置60

にフィードバックすることにより、微小ストロークの高速、かつ高精度の追従制御を図3、図4に示すハイト制御ループで行う一方、大ストロークの比較的緩慢な追従制御をロボット制御装置60で制御される座標駆動機構61（図3）による3軸方向の制御で行うことができる。すなわち、本実施例装置によれば、出射光学系20を微動調整、粗動調整の両方で位置制御することができる。

#### 【0030】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば次のような効果が得られる。

【0031】（1）ロボット手首部に出射光学系に対する光軸方向の位置制御を行う1軸のリンク駆動機構を設け、ハイトセンサによる検出信号をフィードバックして出射光学系の位置制御を行うようにしたことにより、出射光学系の光軸方向の位置ずれを高速で微調整して補正することができる。

【0032】（2）リンク駆動機構を実装するためのベース部材の形状を、ロボット手首部を包み込むような形状とし、重量のかさむサーボモータをロボット手首部の旋回中心に極力近い位置に配置したことにより、多関節ロボットの負荷を軽減することができる。

【0033】（3）リンク駆動機構を採用したことにより、適切な容量のサーボモータを選定することができ、その最大速度に関する仕様を適切に設定することができる。

【0034】（4）リンク駆動機構によるハイト制御系からステージ部材の相対変位量をステージ位置信号として取り出し、多関節ロボットの制御系であるロボット制御装置に与えて出射光学系の緩やかな位置制御を可能としたことにより、リンク駆動機構のストロークが短いという欠点をカバーすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例をロボット手首部と出射光学系及びその駆動機構について側面から見た図である。

【図2】図1におけるロボット手首部とベース部材との関係を説明するための横断面図である。

【図3】本発明におけるハイト制御系の構成を説明するための図である。

【図4】図3に示されたハイトコントローラの構成を示したブロック図である。

【図5】従来のレーザ加工機の一例を説明するための図である。

#### 【符号の説明】

- |    |         |
|----|---------|
| 11 | 最終アーム   |
| 12 | ロボット手首部 |
| 13 | ベース部材   |
| 14 | リンク駆動機構 |
| 15 | サーボモータ  |
| 20 | 出射光学系   |

30 ワーク